

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-051038

(43)Date of publication of application : 21.02.1990

(51)Int.Cl. G01M 11/02

(21)Application number : 63-199806

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 12.08.1988

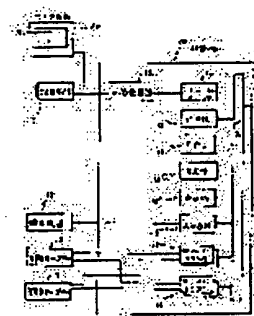
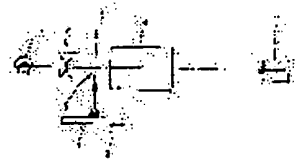
(72)Inventor : SAKAGAMI YUKISHI

(54) TESTING DEVICE OF RESOLUTION OF LENS BARREL

(57)Abstract:

PURPOSE: To simplify the device and to shorten the testing time by providing a memory means for storing a distribution of luminous intensity of a rectangular hole pattern, a processing means for processing data from said memory means and an operating means for floating-point arithmetic.

CONSTITUTION: An image of a rectangular hole pattern 6 on a slit plate 3 radiated by a light source 1 is formed onto a light receiving surface of a two-dimensional image sensor 5 by a lens 4 to be checked. A picture signal from the sensor (CCD camera) 5 is taken into a frame buffer 12 as the digital value through an A/D converter 11 by an instruction of a CPU 13. The CPU 13 takes out the digital value of the picture signal per pixel from the buffer 12 to process the same. Moreover, a floating-point arithmetic unit FPU 14 carries out processing in accordance with the program of an FET stored in a ROM 16.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-51038

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月21日

G 01 M 11/02

A

8908-2G

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全7頁)

⑮ 発明の名称 レンズ鏡筒解像度検査装置

⑯ 特 願 昭63-199806

⑰ 出 願 昭63(1988)8月12日

⑱ 発 明 者 坂 上 志 之 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作
所生産技術研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

レンズ鏡筒解像度検査装置

2. 特許請求の範囲

1. 被検レンズ鏡筒の設置位置に関して、該レンズ鏡筒の受光面側にスリット板を設けるとともに、反対側にTVカメラ等の受光手段を設け、かつ上記スリット板を被検レンズ鏡筒の焦点位置近傍に設置するとともに、上記スリット板を照明装置により集光レンズを介して照明し、所定位置に設置された被検レンズ鏡筒による上記スリット板上の角穴パターンの拡大像を上記受光手段上に結像して投影検査する装置において、上記受光手段上に現われる上記角穴パターンの拡大像の光強度分布を画素単位で蓄える記憶装置と、該記憶装置から画素単位のデータを取り出して処理する装置と、浮動小数点演算を専用に行う装置とを備えてなるレンズ鏡筒解像度検査装置。

2. 上記角穴パターンのエッジ像を受光手段上に

拡大像として結像させ、該拡大像の光量分布を画素単位で記憶装置に蓄え、隣接画素間の光量差により得られる画素単位の光量差分値を上記エッジに沿って全走査ライン加算したデータであるエッジ差分像をもとに被検レンズの解像度を検査する請求項1記載のレンズ鏡筒解像度検査装置。

3. 上記エッジ差分像をフーリエ変換し、伝達効率が設定値を超える限界空間周波数を被検レンズの解像度とする請求項2記載のレンズ鏡筒解像度検査装置。

4. 上記エッジ差分像をもとにフォーカス調整およびバックフォーカス調整を行う請求項2記載のレンズ鏡筒解像度検査装置。

5. 上記エッジ差分像データを上記エッジ像の1ラスタのデータに対してその元データを係数 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 倍した値と左隣接画素のエッジ差分像データを $(1 - \alpha)$ 倍した値の和とする請求項4記載のレンズ鏡筒解像度検査装置。

6. 上記エッジ差分像のピーク値がフォーカス調

整つまみ位置の変化に対して合焦位置で鋭いピーク最大値を示すのを利用し、山登りアルゴリズムで合焦する請求項4記載のレンズ鏡筒解像度検査装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はVTRカメラレンズ鏡筒の解像度検査装置に係り、特に解像度の定量化および検査時間短縮に好適なレンズ鏡筒解像度検査装置に関する。

(従来の技術)

従来のレンズ検査装置は、特開昭55-134339号公報に記載のように1枚のレンズを検査する装置となっていた。一方でVTRカメラのようにズームレンズを対象にした検査は、受光素子を置く位置にテストチャート置き、被検レンズに対してテストチャートの反対側の人物や風景の位置にスクリーンを置いてテストチャートを照明し、被検レンズを介して数倍から数100倍拡大してスクリーン上に結像させ、これを作業者が観て検査する官能検査方法がとられており自動化さ

れていなかった。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術は、検査の処理を簡単化するためのものであり、レンズの最も重要な性能である像形成特性を検出する点について配慮がされておらず、レンズの像形成特性を定量化するには人手による官能検査に頼らなければならない問題があった。一方でレンズの像形成特性を専用で測るOTF(オプティカル・トランスファ・ファンクション)測定装置は、測定に多くの時間を必要とするため、工場のラインでの検査装置としては多くの問題があり、簡単に測定時間の短い検査装置が必要となっていた。

本発明の目的は、測定装置を簡単化するとともに、合焦までを自動化して検査時間を短縮できるOTFを用いたレンズ鏡筒解像度検査装置を提供するにある。

(課題を解決するための手段)

上記目的は、レンズの像形成特性を測るには第1に正弦波格子像のコントラストを測る方法と、

第2に線像の強度分布をフーリエ変換する方法と、第3に線関数の自己相関を作る方法の3つがあるが、第1のコントラスト法ではある正弦波格子もしくは矩形波格子に対する物体と像のコントラストを得るのみで、ある特定の空間周波数に対するMTF(モジュレーション・トランスファ・ファンクション)が得られるだけであり、第2のフーリエ変換法ではエッジ像の強度分布を微分して線像の強度分布とし、これをデジタルフーリエ変換することにより、1回の操作で空間周波数の広い範囲を測定できるので像形成特性を短時間で定量化するのに適しており、第3の自己相関法では装置構成が複雑となって現状ではごく低周波のOTF測定にしか向かない点を考慮のうえ、一方で実際に解像度検査を行うさいには最も合焦した位置で検査しなければ焦点ずれによる解像度劣化と、レンズ性能の悪さからくる解像度劣化との区別が困難なため正確な検査ができなくなるのに対し、エッジ微分像の強度分布のピーク高さが合焦位置で最大となるためそのピーク最大値探索を行えば

バックフォーカス調整およびフォーカス調整が自動化できる観点に立ち、エッジ微分像の強度分布を用いたフーリエ変換法を解像度検査に応用するとともに、自動合焦に応用して成るレンズ鏡筒解像度検査装置により達成される。

(作用)

上記レンズ鏡筒解像度検査装置は、線像の強度分布をフーリエ変換すればOTFが与えられ、エッジ像の強度分布を微分すれば線像の強度分布を得ることができるから、したがってエッジ像を得る手段があれば計算機によりOTFを得ることが可能となり、被検レンズの解像度検査には格子幅の異なる矩形波格子を人に見せたときに各格子が区別できる最小の格子幅を求める方法で行なわれているが、これはある空間周波数の伝達率が特定の比率(10%~30%)以下になったときに相当するから上記によりOTFを得るのと等価であり、一方で実際に被検レンズ鏡筒の解像度検査を行うさいにはレンズ鏡筒の位置と物体開口位置すなわちテストチャートを置く位置が正確に焦点

位置に合っている必要があるため、これを調整するバックフォーカス調整を行い、またズームレンズの場合にはテストチャートの位置とフォーカス調整つまみの位置が正確に合っている必要があるため、これを調整するフォーカス調整を行うが、検査を正確に行うためにはこのバックフォーカス調整とフォーカス調整を厳密に短時間で実現しなければならないのに対応して、上記エッジ微分像のピーク高さが合焦位置で最高となることから、このバックフォーカス調整とフォーカス調整にもエッジ微分像が利用できるため装置および処理が簡素化される。

〔実施例〕

以下に本発明の一実施例を第1図から第6図により説明する。

第1図は本発明によるレンズ解像度検査装置の一実施例を示す光学系の構成図である。第1図において、1は光源、2は集光レンズ、3はスリット板、4は被検レンズ、5は2次元イメージセンサ、6は角穴パターン、7はY軸テーブル、

させるためのものである。

つぎに角穴パターン像の読み取りについて説明する。第1図の2次元イメージセンサ5のモニタ画面には被検レンズ4のレンズ面の歪、傾き、偏心等によって第3図(a)に示す画像信号が得られる。第3図(a)は第1図の被検レンズ4の画像信号を示す波形図で、画像信号の縦軸は光強度を示し、横軸は2次元イメージセンサ5の画像走査信号の走査時間を示す。第3図(a)において、 H_1 は被検レンズ4の画像信号を1走査ラインだけ抜き出して示したものであり、 H_2 は比較のために理想的な被検レンズによる像を理想的な2次元イメージセンサでとらえた画像信号である。被検レンズ4の画像信号 H_1 は理想レンズの画像信号 H_2 に比べて、レンズ面の歪、傾き、偏心等や2次元イメージセンサ5の各受光セルの特性のばらつきにより波形が歪みくずれている。第3図(b)は第3図(a)の被検レンズ4の画像信号を走査時間で微分した信号を示す波形図である。第3図(b)において、理想的な被検レンズによ

るX軸テーブルである。本実施例では検査用のエッジパターンはスリット板3に形成された角穴パターン6として与えられている。光源1はスリット板3を照明するためのものであり、集光レンズ2はスリット板3を照明する光量を増大させるためのものである。光源1により照明されたスリット板3上の角穴パターン6の像は被検レンズ4により2次元イメージセンサ5の受光面上に結像される。この装置において被検レンズ4は1枚のレンズ、組みレンズ、ズームレンズ、ズームを駆動するモータ付きのパワーズームレンズ、フォーカスつまみを駆動するモータ付きのパワーフォーカスレンズなどのいずれでもよい。

第2図は第1図のスリット板3を光軸方向から見た平面図である。第2図において、スリット板3には拡大投影した像が2次元イメージセンサ5の受光面の数倍の大きさになるような直線からなる角穴パターン6を形成している。この角穴パターン6は2次元イメージセンサ5の受光面に明と暗の境界線であるエッジパターンを1本だけ結像

る画像信号 H_1 を時間微分した信号 H' は鋭いパルス波形となるのに対し、一方のレンズ面に歪、傾き、偏心等のある被検レンズ4の画像信号 H_1 を時間微分した信号 H' は、その広がった山形の波形を示すうえ、2次元イメージセンサ5の各セルの感度のばらつきの影響を受けて波形が高調波ノイズ成分を含んでいる。第3図(c)は第3図(b)の被検レンズ4の画像信号 H_1 の走査時間微分信号 H' を角穴パターン6のエッジに沿って全走査ライン加算した信号 H' を示す波形図である。

第4図は本発明によるレンズ解像度検査装置の一実施例を示す信号処理装置のブロック図である。第4図において、本信号処理装置は上記した2次元イメージセンサ5上の光強度分布を時系列信号として取り出し、これをデジタル量に変換して被検レンズ4を評価するものである。10は計算機で、2次元イメージセンサ(CCDカメラ)5の画像信号をデジタル量に変換するA/D変換器11と、そのデジタル量を画像メモリとして貯

えるフレームバッファ12と、中央処理装置CPU13と、浮動小数点演算装置FPU14と、ランダムな読み書き可能メモリRAM15と、プログラムを格納した読み出し専用メモリROM16と、作者者とのデータの授受を行う端末装置21と計算機10を結ぶ入出力部17と、スリット板3を設けたY軸テーブル7と該Y軸テーブル7を設けたX軸テーブル8とを接続したX-Y軸テーブルの移動量を検出するパルスカウンタ18と、そのX-Y軸テーブルを制御するサーボアンプ19と、フレームバッファ12とCPU13とFPU14とRAM15とROM16と入出力部17とパルスカウンタ18とサーボアンプ19を接続したバス22とから構成される。なお数値演算に関してはFFTのプログラムをROM16に格納し、CPU13とFPU14とRAM15を用いて計算できる。2次元イメージセンサ5はモニタ画面20を有する。

この構成で、2次元イメージセンサ(CCDカメラ)5からの画像信号はCPU13の指示によ

ROM16を用いてデジタルフーリエ変換することにより第5図に示す全空間周波数に対応したMTFを得る。第5図は第4図の空間周波数に対するMTFを示す説明図である。第5図において、解像度としては伝達率がある定められた値より大きくなる限界の空間周波数値とすることにより、被検レンズ4の解像度を評価できる。第5図ではその設定値を20%としており、このとき限界の空間周波数は58本/mmであるので、この被検レンズ4の解像度は58本/mmとする。

つぎにエッジパターン像はフォーカス調整およびバックフォーカス調整に使用できる。第6図は第4図(第1図)の2次元イメージセンサ5の例えば100ラスタ目の光強度分布がフォーカスつまみを回転することにより、フォーカスつまみ位置(矢印方向)に対応してどのように変化していくかを示す説明図である。第6図(a)は入力波形そのものの変化、第6図(b)はその入力波形のうちデジタルフィルタにより高周波成分を取り除いた入力波形成形波形の変化、第6図(c)は

り、A/D変換器11を介してフレームバッファ12にデジタル値として取り込まれる。このさいスリット板3の角穴パターン6に対応する走査ラインの画像信号はモニタ画面20に表示された走査ラインの画像信号H₁がそのままデジタル値としてフレームバッファ12に蓄えられる。CPU13はこのフレームバッファ12から画素単位の画像信号のデジタル値を取り出して処理を行う。ここで第3図(b)に示す走査ラインの画像信号H₁の走査時間微分信号H'は各走査ライン上の隣接画素間の差分値として得ている。この差分信号H'は角穴パターン6のエッジに沿って全走査ライン加算した信号が第3図(c)に示す信号H'の波形である。これにより市販の安価なCCDカメラ等の2次元イメージセンサ5を用いて高精度の信号H'を得ることができる。

この差分信号(微分信号)H'の微分波形は1画素幅の線像の光強度分布に相当している。したがってこの信号H'を計算機10の数値演算に関わるCPU13、FPU14、RAM15、

その波形成形データを微分した微分波形の変化、第6図(d)はその微分波形のうち高周波成分を取り除いた微分波形成形波形の変化、第6図(e)は各フォーカスつまみ位置(横軸矢印方向)での微分波形成形波形のピーク値の変化を示す説明図である。

第6図の波形成形波形の波形成形方法としては、フレームバッファ12に蓄えられた画像信号のデジタル値をもとに計算機10によりデジタル演算処理する。いま波形成形処理前の元データをa(i, j)とし、波形成形処理後のデータをb(i, j)とする。ここでiはラスタ番号を示し、jはそのラスタ上のピクセル番号を示す。このときの演算式は次式となる。

$$b(i, j) = \alpha a(i, j) + (1 - \alpha) b(i, j - 1)$$

ただし $0 \leq \alpha \leq 1$ とし、係数 α は波形の歪みの程度により変更する。このデジタルフィルタを用いることにより、全ラスタを用いた処理よりも短い時間で高周波ノイズの少ない波形を得ることができ

第6図(c)に示すように合焦位置は鋭い山の頂きとなっているので、山登り法を用いて合焦位置にフォーカスつまみを合わせることが容易にできる。こうしてフォーカスつまみの位置をかえるごとに第6図(e)に示す微分波形成形波形のピーク値を探索し、そのピーク値が増加する方向にフォーカスつまみを調整することにより合焦できる。つぎにバックフォーカス調整についても同様に行う。スリット板3を載せたY軸テーブル7を載せたX軸テーブル8を動かすごとに第6図(e)に示す微分波形成形波形のピーク値を探索し、そのピーク値が増加する方向にX軸テーブル8を計算機10からの指令で制御して合焦位置にスリット板3を合わせることができる。ここで微分波形成形波形のピーク値が2次元イメージセンサ5の中央部分からずれている場合には、スリット板3を観せたY軸テーブル7を計算機10からの指令で動かして中央部に合わせる。これによりフーリエ変換する場合に有効なデータを多く得ることができるので変換後のMTFの値の精度が向上できる。

空間周波数ごとのMTFを求めているため解像度検査が1回の画像取り込みだけで実現可能にして処理時間の短縮が図れるうえ、さらに解像度を試験するための角穴パターンのエッジを用いて山登りアルゴリズムで合焦できるので自動化が容易で処理装置の価格低減ができ、ズームレンズの場合にも何らスリットを変更する必要がないので装置の低価格化が実現できる等の効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるレンズ鏡筒解像度検査装置の一実施例を示す光学系の構成図、第2図は第1図のスリット板の光軸方向からみた平面図、第3図(a)、(b)、(c)は第1図の被検レンズの画像信号、その走査時間微分信号、その全走査ライン加算した走査時間微分信号の波形図、第4図は本発明によるレンズ鏡筒解像度検査装置の一実施例を示す信号処理装置のブロック図、第5図は第4図の空間周波数に対するMTFを示す説明図、第6図(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は第4図のフォーカスつまみ位置対応の光

また被検レンズ4がズームレンズの場合には、ズームの位置により2次元イメージセンサ5上に結像する像の大きさが変わる。しかしエッジ像の処理は拡大率には依存しないので処理が単純であり、高速化および低価格化が図れる。またズームレンズの拡大率が大きく異なる場合には、2次元イメージセンサ5上の光量が拡大率の2乗に反比例しているため、拡大率が大きいほど光量が少なくなると2次元イメージセンサ5の能力を低下させる。このような場合にはズーム位置に合った光量調整機構を用いることにより、2次元イメージセンサ5上の光量を一定として画像信号の信頼性を向上できる。

(発明の効果)

本発明によれば、カメラレンズの解像度を安価な2次元イメージセンサを用いて精度の高い検査ができるので安価な検査装置が提供でき、またスリット板に角穴パターンを設けるだけで画像処理が簡単であって処理の高速化が図れ、かつ角穴パターンのエッジ像の微分波形をFFT処理して

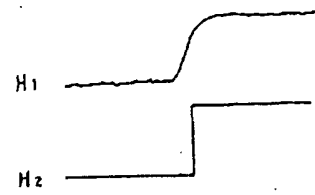
強度分布の入力波形、その成形波形、その微分波形、その成形波形、そのピーク値の変化を示す説明図である。

1…光源、2…集光レンズ、3…スリット板、4…被検レンズ、5…2次元イメージセンサ、6…角穴パターン、7…Y軸テーブル、8…X軸テーブル、10…計算機、11…A/D変換器、12…フレームバッファ、13…CPU、14…FPU、15…RAM、16…ROM、17…入出力部、18…パルスカウンタ、19…サーボアンプ、20…モニタ画面、21…端末装置。

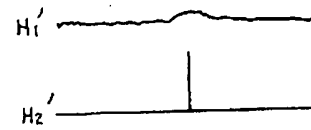


第 3 図

(a)



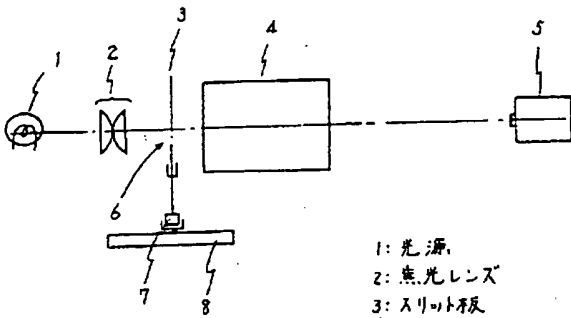
(b)



(c)

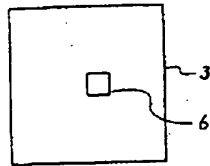


第 1 図

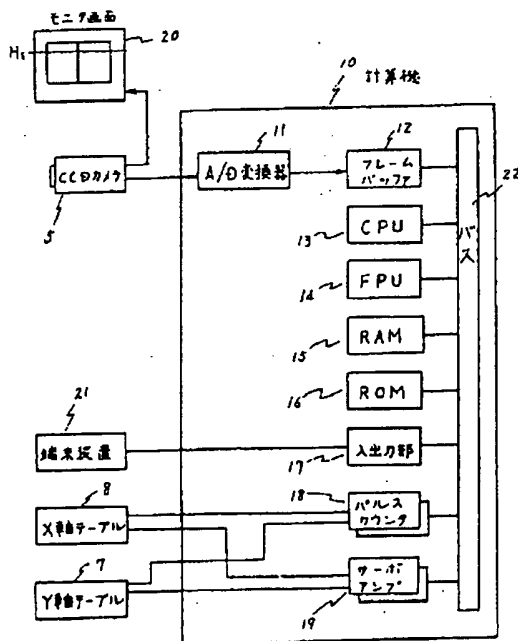


- 1: 光源
- 2: 集光レンズ
- 3: スリット板
- 4: 複検レンズ
- 5: 2次元イメージセンサ
- 6: 角穴パターン
- 7: Y軸センサー
- 8: X軸センサー

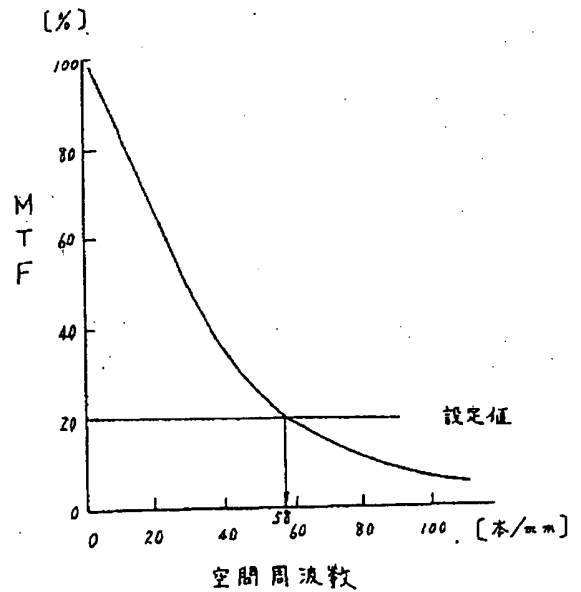
第 2 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

